

Artículo de Revisión

ACTUALIZACIÓN EN LÍQUIDOS ENDOVENOSOS DE MANTENIMIENTO EN PACIENTES PEDIÁTRICOS.

INTRAVENOUS FLUIDS IN PEDIATRIC PATIENTS. AN UPDATE.

David Muñoz García*, Gustavo Caviedes Bucheli**

RESUMEN

La prescripción de la terapia de fluidos en pediatría es un evento clínico común, los fundamentos en que se basa este tipo de tratamiento deben ser comprendidos por todos los médicos involucrados en la atención a corto plazo de los niños, el manejo de líquidos en los pacientes pediátricos en el perioperatorio, posoperatorio y de mantenimiento, en ausencia total o parcial de la vía oral, están orientados a mantener el equilibrio de los diferentes compartimientos corporales. El objetivo del presente artículo es brindar un concepto claro y actualizado acerca de líquidos de mantenimiento en población pediátrica, dirigido a médicos generales y pediatras.

Palabras clave: *terapia de fluidos, perioperatorios, posoperatorios, líquidos de mantenimiento, volumen intravascular.*

ABSTRACT

Fluids therapy prescription in pediatrics is a common clinical event. The basis for this type of treatment must be understood by all these physicians involved with children short – term care, liquids handling to pediatric patients on perioperative, postoperative, and maintenance stage and lack of total or partial airway. Those aimed to keep the balance in the different bodily compartments. The primary objective of this article is to give a clear and update concept about maintenance fluids in the pediatric population, aimed to general doctors and pediatricians whom are in charged of the population

Keywords: *Fluids therapy, perioperative, postoperative, maintenance fluids, intravascular volume.*

* Universidad del Cauca, Médico General.

** Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias de la Salud, Profesor auxiliar del Departamento de Pediatría.

Correspondencia: David Muñoz García. Cra 5 # 12-72. Popayán-Colombia. Correo electrónico: David_870126@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

Es necesario un profundo conocimiento de la fisiología y la composición de los líquidos corporales, para entender el equilibrio hidroelectrolítico, y manejar adecuadamente el aporte de fluidos (1).

El manejo de los líquidos en los pacientes pediátricos hospitalizados está orientado a mantener el equilibrio de los diferentes compartimientos corporales. El objetivo primordial para el aporte de volumen y líquidos es mantener un adecuado volumen intravascular, gasto cardíaco y aporte de oxígeno para asegurar la perfusión tisular. Una inadecuada terapia hídrica en los niños puede conllevar a complicaciones tales como deshidratación, desequilibrio hemodinámico, electrolítico y ácido-base entre otros (1). El objetivo de esta revisión es describir y unificar criterios relacionados al manejo de líquidos endovenosos en población pediátrica.

MÉTODOS

Se realizó una búsqueda extensa en diferente bases de datos como: ScienceDirect, ProQuest, La Biblioteca Cochrane Plus, Ebsco, Pubmed, e Intramed las cuales aportaron artículos originales, guías de anestesia, guías de nefrología pediátrica, consensos internacionales, revisiones sistemáticas y capítulos de textos concernientes al manejo de líquidos en la población pediátrica. Los documentos encontrados fueron diseñados para diferentes escenarios como estado perioperatorio, posoperatorio y de mantenimiento. Se revisaron y analizaron con el único objetivo de unificar criterios sobre líquidos endovenosos de mantenimiento en pediatría.

RESULTADOS

1. ASPECTOS HISTÓRICOS

Los fundamentos que rigen el manejo de líquidos y electrolitos en los pacientes datan desde el siglo XIX (1). Por otro lado, los fluidos de mantenimiento se han usado desde una publicación de hace más de 50 años atrás, realizada por Holliday y Segar (2). Se describe una receta para la administración intravenosa de agua y electrolitos para proporcionar las pérdidas previstas en 24 horas en un paciente normovolémico con función renal normal.

Holliday y Segar eran jóvenes miembros de la Universidad de Indiana, en Estados Unidos, cuando desarrollaron una fórmula para definir las necesidades de mantenimiento de agua en la fluidoterapia parenteral (2). En su artículo, los autores propusieron un método muy simple para definir las necesidades de mantenimiento del agua. Este método se basa en principios biológicos y fisicoquímicos que están vigentes hasta el momento (2).

2. LÍQUIDOS DE MANTENIMIENTO

El uso de líquidos hipotónicos se viene utilizando en niños desde 1957 según las recomendaciones de Holliday y Segar (2) pero puede incrementar 17,2 veces el riesgo de desarrollar hiponatremia (3). En la literatura hay reportes de que hasta un 30% de los pacientes a quienes se les administra líquidos de mantenimiento hipotónicos puede desarrollar hiponatremia aguda. En población pediátrica, hasta el 10% de niños que ingresan a urgencias con nivel sérico de sodio normal pueden desarrollar hiponatremia aguda asociado al uso de líquidos de mantenimiento hipotónicos (3-5).

La hiponatremia aguda es el desorden electrolítico más frecuente en pacientes hospitalizados (6). El principal factor de riesgo asociado es el uso rutinario de líquidos hipotónicos y entre otros el cursar con enfermedades como: meningitis, encefalitis, traumatismo craneal, bronquiolitis, gastroenteritis, así como los pacientes en estados postoperatorios (3,7).

Se debe tener en cuenta que las complicaciones como la hiponatremia son frecuentes, que sus manifestaciones son sutiles (por eso poco se diagnostican) y en algunos casos pueden acarrear mayor morbilidad y mortalidad. Los pacientes que reciben líquidos endovenosos deben ser monitorizados a diario con peso, balance de líquidos y control de electrolitos para poder dirigir esta terapia y disminuir los riesgos que esta involucra. La hiponatremia aguda puede ser mortal; hay reportes de casos aislados en la literatura de muertes o secuelas neurológicas secundario a edema cerebral e hipertensión endocraneana (8). Se sabe que la hiponatremia ocurre debido a un balance positivo de agua libre unido a la incapacidad de eliminación de orina hipotónica secundaria a la secreción de hormona antidiurética y se ha demostrado, que la principal fuente de ingreso al organismo de agua libre es la administración exógena de soluciones hipotónicas (3,5). La indicación de uso de soluciones hipotónicas de mantenimiento en niños es controversial, pero hay evidencia que sugiere que su uso como líquidos de mantenimiento incrementa el desarrollo de hiponatremia (5,7,9,10).

En el 2001, Halberthal y colaboradores, reportaron 23 casos de niños con hiponatremia aguda, todos habían recibido líquidos hipotónicos y 6 de ellos sufrieron consecuencias neurológicas importantes (3).

En el 2003, se introdujo el concepto de la utilización de cloruro de sodio al 0.9% como líquido de mantenimiento por vía parenteral para la prevención de la hiponatremia aguda y sus consecuencias. Actualmente, existe controversia sobre el líquido más apropiado en la población infantil.

Hoorn en 2004 (4) en un estudio de casos y controles, examinó las visitas a urgencias en un periodo de 3 meses a un hospital de urgencias en Toronto, Canadá. Incluyó niños que tenían

al ingreso una medición de sodio sérico y realizando seguimiento hasta las 48 horas para determinar los pacientes con hiponatremia adquirida en el hospital (11). Demostró que el 10% de los niños ingresados en el servicio de urgencias con sodio normal pasaron a desarrollar hiponatremia aguda con el uso de soluciones hipotónicas (3,11). Se concluyó que el factor más importante para el desarrollo de hiponatremia adquirida es la administración de fluidos hipotónicos y recomiendan que no se deben dar líquidos hipotónicos en niños que presenten al ingreso menos de 138 mmol/l de nivel sérico de sodio.

A finales de 2007 se publica una revisión sistemática de estudios que comparan el uso de soluciones hipotónicas versus el uso de soluciones isotónicas en niños hospitalizados para determinar si las soluciones hipotónicas aumentan el riesgo de hiponatremia aguda (3). De los estudios que se analizaron ninguno fue concluyente. Por esta razón, el uso de soluciones isotónicas debe hacerse con precaución y se deben realizar investigaciones futuras que lleven a recomendaciones más concluyentes. Saba y colaboradores, en un ensayo clínico aleatorizado y controlado publicado en el 2011 comparó soluciones de mantenimiento isotónicas versus hipotónicas (solución salina al 0.9% vs solución salina al 0.45%) en niños hospitalizados. En su estudio, encontró que la solución salina 0.9% incrementó los niveles de sodio en forma significativa. No hubo diferencias significativas en los cambios de las concentraciones de sodio entre las 2 soluciones. Concluyeron que si estas soluciones se utilizan con un volumen e indicación adecuada disminuyen el riesgo de hiponatremia.

Friedman y colaboradores compararon líquidos de mantenimiento isotónicos e hipotónicos intravenosos en un ensayo clínico aleatorizado. Concluyen con base a resultados propios y revisiones previas, que los líquidos isotónicos disminuyen el riesgo de desarrollar hiponatremia (12).

Cada paciente se debe individualizar (11) pero la evidencia creciente sugiere elegir soluciones isotónicas como líquidos de mantenimiento (12).

3. MANEJO PERIOPERATORIO DE LÍQUIDOS ENDOVENOSOS

El objetivo del manejo perioperatorio es mantener un adecuado volumen circulante para asegurar la perfusión orgánica y la entrega de oxígeno a los tejidos (11).

Tradicionalmente se ha utilizado la infusión de grandes volúmenes de cristaloides en el contexto prequirúrgico, basándose en aspectos como el ayuno prolongado, las pérdidas por transpiración y orina, además del aumento de las pérdidas insensibles generado por la intervención quirúrgica y la presencia de hipotensión arterial asociada a la anestesia.

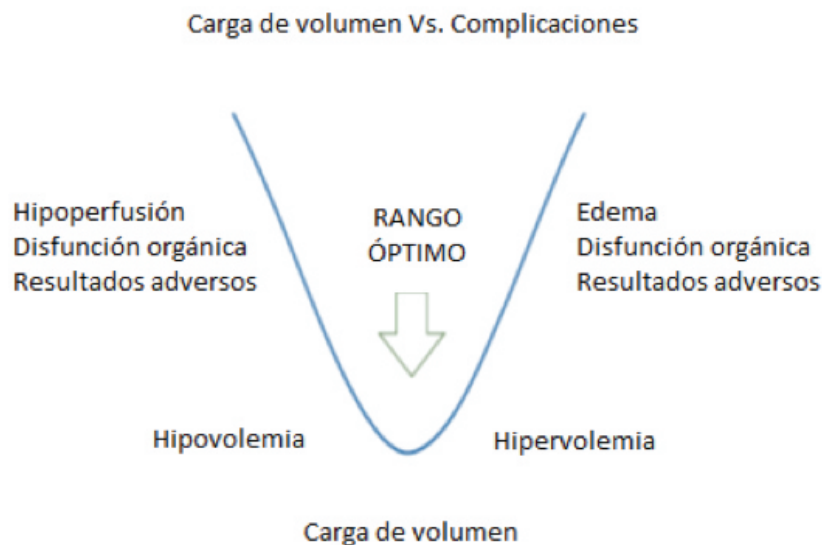
En contraposición a estas conductas, las investigaciones de la última década han demostrado que los pacientes sin riesgo cardiopulmonar mantienen un volumen sanguíneo normal aún después de un ayuno prolongado, mostrando resultados seguros con ayunos cada vez más cortos. Recomendamos, que en ausencia de hemorragia mayor, no se utilicen grandes volúmenes de fluidos los cuales

generarían hipervolemia secundaria con la consecuente lesión del glicocáliz endotelial y edema intersticial. Este concepto se apoya en que para la gran mayoría de cirugías se ha determinado una evaporación basal por piel de 0,5-1 ml/kg/hr (11).

Diversos estudios han comparado regímenes liberales versus restrictivos de líquidos endovenosos. Uno de ellos ha documentado una reducción en el número de complicaciones postquirúrgicas en el grupo con restricción (33 vs 51% respectivamente), sin implicaciones renales y con un retorno más rápido de la función gastrointestinal y disminución en el tiempo de estancia hospitalaria (11).

Sin embargo, en pacientes de alto riesgo, se recomienda realizar un aporte hídrico acorde a metas establecidas según su estado hemodinámico. La evidencia soporta que los resultados mejoran si la fluidoterapia se individualiza basada objetivamente en el estado particular de cada paciente, teniendo en cuenta la premisa de que tanto la hipovolemia como la hipervolemia perioperatoria aumentan la morbimortalidad. Figura 1. (11)

Figura 1. Evitar tanto hipo e hipervolemia es el objetivo de la terapia de fluidos intraoperatorio para prevenir resultados adversos.



Tomado de M. Doherty. Intraoperative fluids: How much is too much?. British Journal of Anaesthesia 2012 (11).

La evidencia actual indica que la terapia hídrica intraoperatoria debe ser adaptada en dos contextos clínicos generales, para obtener una diuresis en rango mínimo entre 0,5-1 cc/kg/hr (11):

1. Pacientes de bajo riesgo sometidos a cirugía de bajo riesgo o ambulatoria: Deben recibir infusiones de cristaloides de 20 - 30 ml/kg, lo cual mejora los resultados relacionados con la anestesia como el dolor, la náusea y aumenta la pronta deambulaci3n.
2. Pacientes con cirugía mayor de alto riesgo: Beneficio con un régimen de fluidos restrictivo.

Por otra parte, en el contexto europeo se ha establecido que los líquidos endovenosos con concentraci3n menor de 75 mEq/Lt de sodio son muy peligrosos para los ni1os y se han asociado a estados de hiponatremia en el postquirúrgico que han conducido incluso a estados de muerte o lesiones cerebrales severas (13). Por lo tanto, se recomienda el uso de líquidos endovenosos con osmolaridad y contenido de sodio cercano al plasma y con concentraciones de glucosa entre 1 - 2,5%. La mayoría de ni1os por encima del mes de vida, mantendr3n niveles normales de glicemia -así se administren líquidos endovenosos no dextrosados durante la cirugía-, siendo excepciones importantes a esto el paciente con peso corporal inferior a -3 desviaciones estandar, la cirugía de más de 3 horas de duraci3n y el uso de anestesia regional extensa (13).

En cuanto al tiempo ideal de ayuno, con seguridad se puede permitir fluidos claros hasta 2 horas antes de la cirugía sin aumentar el riesgo de aspiraci3n. Los alimentos sólidos deben suspenderse por un mínimo de 6 horas en el mayor de 6 meses y es seguro permitir lactancia materna hasta 4 horas previas a la cirugía en el menor de 6 meses (6).

En el paciente que presente signos de hipovolemia, se debe realizar correcci3n rápida de su estado, con la finalidad de mantener un gasto cardiaco y perfusi3n orgánica adecuados.

3. MANEJO DE LÍQUIDOS EN EL POST OPERATORIO

Estas son las principales recomendaciones de la APA y del Consenso Europeo sobre la terapia de reemplazo hídrica en ni1os post quirúrgicos:

- La hipovolemia debe ser corregida rapidamente.
- Primero corregir el déficit de fluidos con 20 - 40 ml/kg soluci3n salina al 0.9%, y despues dar la mitad del mantenimiento total las primeras 24 horas con monitorizaci3n estricta del sodio.
- En la mayoría de pacientes pediátricos en posoperatorio, la vía oral se permite en la siguientes 3 horas postquirúrgicas.
- En paciente críticos, cirugías abdominales, o neuroquirúrgicas se deben iniciar líquidos endovenosos (LEV) de mantenimiento por vía periférica, que se espera no excedan los 5 días.
- Después de una cirugía mayor, en pacientes con alto riesgo de alta secreci3n de ADH reducir los LEV de mantenimiento a una tercera parte, manteniendo la normovolemia en el ni1o.
- El tipo de líquido a elegir se escogerá según los requerimientos de sodio, requerimiento calórico y osmolaridad.

Se enumeran algunos principios importantes que deben recordarse cuando se está pensando acerca de la terapia de mantenimiento:

1. El volumen prescrito se basa en el principio de que el gasto calórico predice las necesidades de agua. Este principio ha sido cuestionado, debido a que la correlaci3n entre el gasto calórico, las necesidades de agua y el peso corporal no es tan ajustado, sin embargo, esta relaci3n ha sido

útil y aún no ha sido suplantada por otras fórmulas (1, 14).

2. La ecuaci3n utilizada es: 100 ml / kg por 24 h para peso hasta 10 kg (recalcando que en pacientes menores de 3 meses, en quienes la reserva de glucosa es baja, los requerimientos basales deben ser con soluci3n salina mas dextrosa al 5%), para peso entre 11-20 kg, 1,000 ml más 50 ml / kg cada 24 h por cada kilogramo entre 11 kg y 20 kg, y para ni1os de más de 20 kg, el volumen prescrito es de 1.500 ml y 20 ml / kg cada 24 h por cada kg entre 21 y 30 kg, luego de lo cual se establece 1500ml por m² para mayores de 30 kg (Tabla 1). La recomendaci3n del fluido se divide para que la mitad de la recomendaci3n sea para compensar la p3rdida de orina (p3rdidas sensibles) y la otra, para las p3rdidas de agua en la respiraci3n, la transpiraci3n y la p3rdida en las heces (perdidas insensibles) (1,2).
3. Se propone el uso de la soluci3n salina al 0.9% como la mezcla ideal para líquidos de mantenimiento adicionando 5 cc de cloruro de potasio por cada 500 ml de la mezcla.
4. Holliday y Segar reconocieron la necesidad de considerar la situaci3n individual del paciente: "Como con cualquier método, se requiere la comprensi3n de las limitaciones y excepciones al sistema. Aún más importante es el juicio clínic3 para modificar el sistema según las circunstancias" (1,2). En una revisi3n sistemática en 2006, Choong et al. concluyen: hasta que se hayan completado ensayos clínicos rigurosos que comparen la seguridad y efectividad de los diferentes regímenes de fluidos intravenosos en ni1os, nuestra responsabilidad actual es que se abstengan de adoptar un "nuevo estándar de tratamiento" (15).

Tabla 1. Cálculo del agua* para los niños sanos por día y por hora

Peso corporal			
	<10 kg	10-20 kg	> 20 kg
Diario	100 ml / kg	1000 ml + 50 ml / kg por cada kg > 10 kg	1500 ml + 20 ml / kg por cada kg > 20 kg
Cada hora	4 ml / (kg h)	40 ml / h + 2 ml / kg por cada kg > 10 kg	60 ml + 1 ml / kg por cada kg > 20 kg

*Estas cifras proporcionan sólo las necesidades de mantenimiento de agua.

Fuente: Henning (1995)(16) y Hazell y Wilkins (2006) (17).

Tabla 2. Evaluación del grado de deshidratación corporal

Grado de deshidratación		Signos (en orden por gravedad)
Leve	3%	Sólo apenas clínicamente detectable
Moderado	5%	Sequedad de las mucosas (tener cuidado con el respirador oral) Disminución de la turgencia de la piel (prueba del pellizco 1-2 segundos) Alteración estado neurológico (somnolencia, irritabilidad) Respiración Profunda (acidosis)
Grave	8%	Disminución de la perfusión periférica mucosas moteadas / pálidos Tiempo de llenado capilar > 2 segundos Colapso circulatorio

Déficit de fluido en ml (máximo 8%) = % de deshidratación x peso corporal (kg) × 10.

Fuente: Teris M, Crean P. Fluid and electrolyte balance in children. Anaesth. Intensive Care. 2014 nov (18).

4. EVALUACIÓN DEL GRADO DE DESHIDRATACIÓN CORPORAL EN NIÑOS

El déficit de líquidos corporales puede perjudicar la oxigenación de los tejidos y causar estado de choque que debe ser reconocido y rápidamente corregido (18). Una pérdida más gradual de líquido, por ejemplo, debido a vómitos y diarrea, puede dar lugar a la deshidratación que puede ser evaluada clínicamente (Tabla 2).

Al calcular el déficit de líquido, la cantidad de fluidos administrados en bolo deben restarse a este valor. El volumen restante debe ser reemplazado en 48 horas utilizando soluciones isotónicas en conjunto con el cálculo de los líquidos de mantenimiento previamente indicado. Durante este tiempo se pueden realizar intentos para introducir fluidos orales y, si se tolera, esto puede

permitir la rehidratación a través de esta vía y la interrupción de los fluidos intravenosos (18).

Los electrolitos en plasma deben ser revisados al menos una vez al día, con valoraciones más frecuentes (4-6 horas) en pacientes con alteraciones electrolíticas (18).

CONCLUSIONES

Las soluciones de cloruro de sodio al 0.18% deben ser abandonadas como fluido de mantenimiento en niños.

- Los líquidos de mantenimiento deben ser con soluciones isotónicas disminuyen para evitar el riesgo de desarrollar hiponatremia.

- En cuanto a la reposición de líquidos perdidos debe realizarse con soluciones isotónicas.
- Cada paciente es diferente y aun en el mismo paciente las condiciones cambian por lo que es necesario una evaluación permanente para definir los ajustes que se requieran.
- No se deben usar soluciones que contengan Dextrosa para hidratación o recuperación de la volemia o en shock. En estas situaciones se debe utilizar Hartman (Lactato-Ringer) ó Solución Salina Normal.
- Respecto a la solución salina mas dextrosa al 5% -la cual se clasifica como una solución isotónica- es considerada de gran importancia en población menor de 3 meses que presente algún grado de deshidratación, y por ende, útil como líquido de mantenimiento.
- La administración de potasio debe ser cautelosa, asegurándose siempre de suministrar los requerimientos individuales y verificando previamente que el paciente tenga diuresis y función renal adecuadas.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaramos no tener conflictos de interés para la publicación del presente artículo.

AGRADECIMIENTOS

A los editores, José Andrés Calvache y Mario Delgado-Noguera por las sugerencias en la organización del texto y de la escritura.

REFERENCIAS

1. Friedman A. Fluid and electrolyte therapy: a primer. *Pediatric Nephrology* (Berlin, Germany). 2010; 25(5): 843-6.
2. Holliday M, Segar W. The Maintenance Need for Water in Parenteral Fluid Therapy. *Pediatrics*. 1957;19(5):823-32.
3. Moritz M, Ayus J. Prevention of hospital-acquired hyponatremia: a case for using isotonic saline. *Pediatrics*. 2003;111(2):227-30.
4. Hoorn E, Geary D, Robb M, Halperin M, Bohn D. Acute hyponatremia related to intravenous fluid administration in hospitalized children: an observational study. *Pediatrics*. 2004;113(5):1279-84.
5. Beek C. Hypotonic versus isotonic maintenance intravenous fluid therapy in hospitalized children: a systematic review. *Clin Pediatr (Phila)*. 2007;46(9):764-70.
6. American Pediatric Association. Consensus guideline on perioperative fluid management in children (v 1.1). 2007 sept. Disponible en: <http://www.apagbi.org.uk/publications/apa-guidelines>. Consultado el: 16 de agosto de 2014.
7. Neville K, Verge C, Rosenberg A. Isotonic is better than hypotonic saline for intravenous rehydration of children with gastroenteritis: a prospective randomized study. *Arch Dis Child*. 2006;91(3):226-32.
8. Choong K, Bohn D. Maintenance parenteral fluids in the critically ill child. *J Pediatr (Rio J)*. 2007;83(2 Suppl):S3-S10.
9. Moritz M, Ayus J. Hospital-acquired hyponatremia-why are hypotonic parenteral fluids still being used? *Nat Clin Pract Nephrol*. 2007;3(7):374-82.
10. De Vita M, Gardenswartz M, Konecky A, Zabetakis P. Incidence and etiology of hyponatremia in an intensive care unit. *Clin Nephrol*. 1990;34(4):163-6.
11. Doherty M, Buggy D. Intraoperative fluids: How much is too much?. *Br J Anaesth*. 2012;109(1):69-79.
12. Friedman JN, Beck CE, De Groot J, Geary DF, Sklansky DJ, Freedman SB. Comparison of isotonic and hypotonic intravenous maintenance fluids: a randomized clinical trial. *JAMA Pediatr*. 2015; 169(5): 445-51.
13. Kempthorne P. The European Consensus Statement on intraoperative fluid therapy in children: A step in the right direction. *Eur J Anaesthesiol*. 2011;28(9):618-9.
14. Henry C. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutr*. 2005;8(7A):1133-52.
15. Choong K, Kho M, Menon K, Bohn D. Hypotonic versus isotonic saline in hospitalized children. *Arch Dis Child*. 2006;91(10):828-35.
16. Henning R. Fluid resuscitation in children. Emergency medicine. In: *Proceedings of the second symposium on fluid replacement*. 1995; p.57-62.
17. Peter Cameron, George Jelinek, Ian Everitt, Gary Browne, Jeremy Raftos. Disorders of fluids, electrolytes and acid-base. In: *Textbook of pediatric emergency medicine*. 14th Editon. Edinburgh: Churchill Livingstone Elsevier; 2006. p.285-94.
18. Teris M, Crean P. Fluid and electrolyte balance in children. *Anaesth Intensive Care*. 2014;15(12):554-7.